



I CONGRESSO PERNAMBUCANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Água para o Desenvolvimento
Recife, 24, 25 e 26 de Março de 2026

Modelagem Espacial Multicritério para Identificação de Áreas Aptas à Construção de Barragens Subterrâneas

*Jacqueline Santos de Sousa¹, Gledson Luiz Pontes de Almeida¹, Héilton Pandorfi¹,
Alan Cezar Bezerra¹, Marcos Vinicius da Silva¹, José Roberto Lopes da Silva²*

Palavras-chave: agropecuária, geotecnologias, Nordeste brasileiro (NEB), segurança hídrica, sensoriamento remoto.

INTRODUÇÃO

A escassez hídrica constitui um dos principais entraves ao desenvolvimento socioeconômico das regiões semiáridas, afetando diretamente a produção agropecuária, a segurança alimentar e a qualidade de vida das populações rurais (MARENGO et al., 2017; CIRILO, 2008). No semiárido brasileiro, a irregularidade espaço-temporal das chuvas, associada às elevadas taxas de evapotranspiração e a limitada capacidade de armazenamento hídrico natural, intensifica os impactos das secas recorrentes e amplia a vulnerabilidade dos sistemas produtivos (SILVA et al., 2022a; SILVA et al., 2022b).

Nesse contexto, tecnologias sociais voltadas à captação, armazenamento e uso eficiente da água de chuva têm sido amplamente difundidas como estratégias de convivência com a seca, especialmente em áreas rurais (EBRAHIMI et al., 2021; DORTAJ et al., 2020). Dentre essas tecnologias, destacam-se as barragens subterrâneas (BSs), estruturas construídas transversalmente ao fluxo subsuperficial com o objetivo de interceptar a água, promovendo seu armazenamento no solo e reduzindo perdas por evaporação (DORTAJ et al., 2020; BAHARVAND et al., 2020; SILVA et al., 2022b).

As BSs apresentam vantagens significativas em relação às estruturas superficiais, como menor custo de implantação, maior durabilidade e potencial para manutenção da umidade do solo ao longo do ano, favorecendo a produção agrícola, especialmente no âmbito da agricultura familiar (DORTAJ et al., 2020; BAHARVAND et al., 2020). No entanto, a eficiência dessas estruturas depende da adequada seleção dos locais de implantação, uma vez que fatores geológicos, pedológicos, topográficos, hidrológicos e climáticos exercem influência direta sobre o desempenho hidráulico e estrutural das BSs (EBRAHIMI et al., 2021; SILVA et al., 2022b).

A implantação de BSs sem critérios técnicos bem definidos tem resultado, em diversos casos, em estruturas subutilizadas ou com baixa eficiência, evidenciando a necessidade de metodologias mais robustas para subsidiar o processo de tomada de decisão (SILVA et al., 2022b). Nesse sentido, o uso de geotecnologias tem se mostrado uma abordagem eficiente para a análise espacial de múltiplos critérios ambientais,

1) Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Engenharia Agrícola, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, CEP 52171-900, Brasil. Tel.: +55 (81) 3320-6000. E-mail: jacqueline.ssousa@ufrpe.br.

2) Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Belo Jardim (UABJ), Rodovia, PE-166, 100, Belo Jardim - PE, CEP 55156-580, Brasil. Tel.: +55 (81) 3320-6930. E-mail: jose.lsilva@ufrpe.br.

permitindo a identificação de áreas com maior potencial para a construção dessas estruturas de forma objetiva e replicável (BAHARVAND et al., 2020; DORTAJ et al., 2020).

Diante desse cenário, objetivou-se identificar e mapear áreas potenciais para a construção de BSs no semiárido brasileiro, utilizando dados de sensoriamento remoto, geoprocessamento e critérios técnicos consolidados na literatura, culminando na elaboração de um mapa geral de aptidão aplicado à área de estudo.

METODOLOGIA

A área de estudo compreende os municípios de Capoeiras, São Bento do Una, Pesqueira e Sanharó, localizados no Agreste do Estado de Pernambuco, inseridos majoritariamente na microrregião do Vale do Ipojuca. A região apresenta clima de transição entre os tipos Aw (tropical com inverno seco) e BSh (semiárido quente), segundo a classificação climática de Köppen, conforme a atualização proposta por Beck et al. (2018). Essa condição climática é caracterizada por precipitação média anual em torno de 640 mm e temperatura média anual aproximada de 21,8 °C.

Foram utilizados dados secundários provenientes de diferentes bases institucionais. As informações geológicas foram obtidas junto ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM), enquanto os dados pedológicos foram adquiridos a partir do GeoInfo/Embrapa. Para a análise topográfica, empregou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução espacial de 30 m. As informações hidrológicas foram obtidas junto à Agência Nacional de Águas (ANA), incluindo a rede de drenagem e a hierarquização fluvial segundo Strahler. Os dados pluviométricos foram coletados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), considerando uma série histórica de 2013 a 2022.

A caracterização do uso e cobertura do solo foi realizada com dados do projeto MapBiomias (Coleção 8.0), enquanto a dinâmica da vegetação foi analisada por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), obtido a partir de imagens Sentinel-2, com resolução espacial de 10 m.

Os mapas temáticos individuais, geológico, pedológico, topográfico, hidrológico, climático e de uso e cobertura do solo, foram elaborados no software QGIS. Cada parâmetro foi classificado em três classes de aptidão para a construção de BSs: boa, regular e restrita, com base em critérios adaptados de Silva et al. (2022). Posteriormente, realizou-se a sobreposição das camadas temáticas, resultando na elaboração do mapa geral de aptidão para a construção de BSs.

RESULTADOS

A análise geológica indicou o predomínio de rochas ígneas e metamórficas, caracterizadas por baixa permeabilidade, o que favorece a retenção de água no subsolo. Aproximadamente 80,51% da área apresentou aptidão geológica considerada boa para a implantação de BSs, enquanto 9,57% foi classificada como regular e 9,92% como restrita, principalmente em áreas próximas a falhas geológicas e rochas sedimentares.

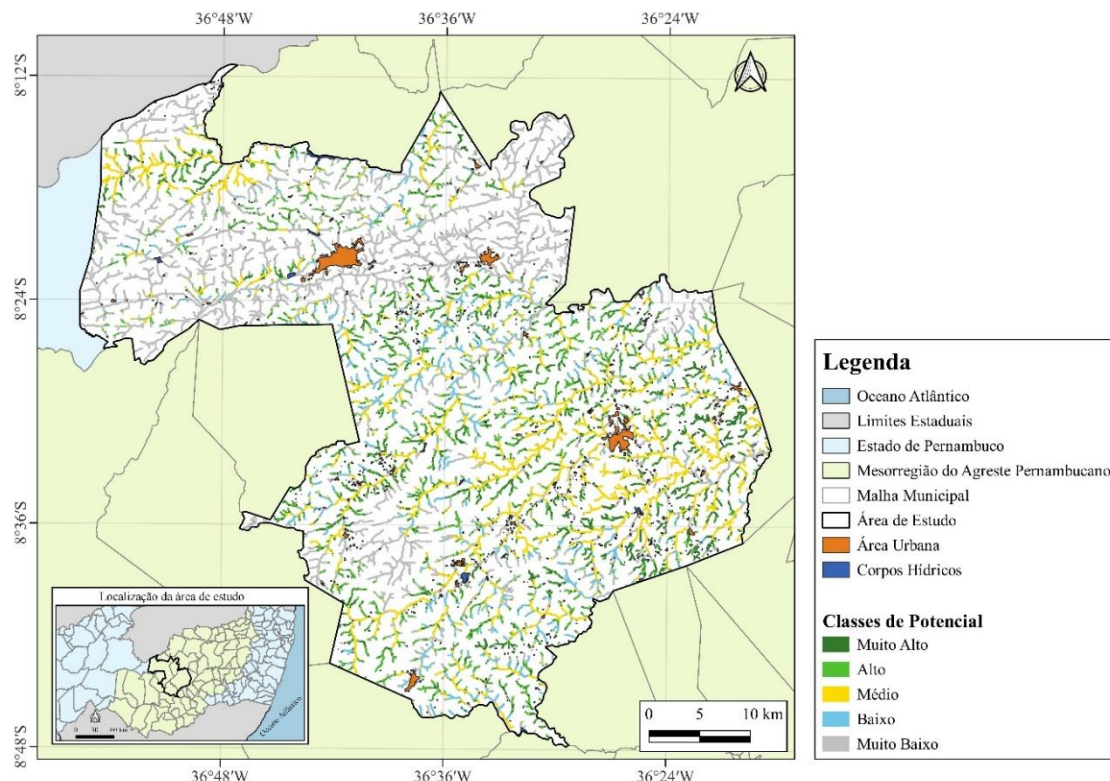
Do ponto de vista pedológico, destacaram-se os Neossolos Regolíticos e os Planossolos Háplicos. As áreas com solos profundos, textura média a argilosa e baixa suscetibilidade a deslizamentos foram classificadas como de boa aptidão. Em

contrapartida, solos rasos, pedregosos ou com elevada suscetibilidade a deslizamentos foram considerados restritos. No total, 23,97% da área foi classificada como restrita, 49,93% como regular e o restante como de boa aptidão pedológica. A análise topográfica revelou que cerca de 71,48% da área apresenta declividades inferiores a 8%, consideradas favoráveis ou moderadamente favoráveis à construção de BSs. As áreas com declividades superiores a esse limiar foram classificadas como restritas, representando 28,52% da área total.

Em relação ao critério hidrológico, a rede de drenagem apresentou predominância de rios de primeira a terceira ordem, considerados adequados para a implantação de BSs devido à menor vazão e ao menor risco estrutural. A caracterização pluviométrica indicou que a região atende ao critério mínimo de precipitação média anual recomendado na literatura para a viabilidade dessas estruturas.

A integração de todos os critérios resultou no mapa geral de aptidão para a construção de barragens subterrâneas, apresentado na Figura 1, no qual se observa a distribuição espacial das classes de aptidão na área de estudo. Os resultados indicam que 37,69% da área apresenta aptidão muito baixa, 10,98% aptidão baixa, 21,22% aptidão média, 14,74% aptidão alta e 15,38% aptidão muito alta.

Figura 1 - Mapa geral de aptidão para a construção de barragens subterrâneas na área de estudo, elaborado a partir da integração de critérios geológicos, pedológicos, topográficos, hidrológicos, climáticos e de uso e cobertura do solo.



CONCLUSÕES

A análise integrada dos dados permitiu concluir que uma parcela significativa da área de estudo apresenta condições favoráveis à construção de barragens subterrâneas no Agreste pernambucano. Os dados obtidos permitem afirmar que aproximadamente 30%

da área analisada apresenta aptidão alta a muito alta para a implantação dessas estruturas, indicando a viabilidade técnica dessa alternativa de armazenamento hídrico na região.

Além disso, a integração de dados ambientais e geoespaciais mostrou-se adequada para subsidiar a identificação de áreas com maior potencial para a implantação de barragens subterrâneas, contribuindo como suporte ao planejamento hídrico e à tomada de decisão em regiões inseridas no semiárido brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PGEA), pelas oportunidades de estudo e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- CIRILO, J. A. Public water resources policy for the semi-arid region. **estudos avançados**, v. 22, p. 61-82, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200005>
- DORTAJ, A.; MAGHSOUDY, S.; ARDEJANI, F. D.; & ESKANDARI, Z. A hybrid multi-criteria decision making method for site selection of subsurface dams in semi-arid region of Iran. **Groundwater for Sustainable Development**, 10, 100284, 2020 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100284>
- BAHARVAND, S; RAHNAMARAD, J; SOORI, S. Assessment of the potential areas for underground dam construction in Roomeshgan, Lorestan province, Iran. **Iranian Journal of Earth Sciences**, v. 12, n. 1, p. 32-41, 2020
- EBRAHIMI, J.; MORADI, H. R.; CHEZGI, J. Prioritizing suitable locations for underground dam construction in south-east of Bushehr Province. **Environmental Earth Sciences**, v. 80, n. 19, p. 680, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-021-09978-9>
- MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; & ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, 129, 1189-1200, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>
- SILVA, M. V.; PANDORFI, H.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; SILVA, J. L. B.; ALMEIDA, G. L. P.; ASSUNÇÃO MONTENEGRO, A. A.; MESQUITA, M.; FERREIRA, M. B.; SANTANA, T. C.; MARINHO, G. T. B.; COSTA, A. R.; & GIONGO, P. R. Remote Sensing Techniques via Google Earth Engine for Land Degradation Assessment in the Brazilian Semiarid Region, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. v. 120, p. 104061, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.104061>
- SILVA, M. S. L. da; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; BARROS, A. H. C.; WEBBER, D. C.; RIBEIRO, C. A.; ROCHA, A. V.; PEREIRA, E. B.; BARBOSA, A. G.; LIMA, A. de O.; AMARAL, A. J. do; SILVA, A. F.; MARTINS, A. L. da S.; ZARONI, M. J.; TAVARES, S. R. de L.; VASQUES, G. M.; FERREIRA, G. B.; ROCHA, W. J. da S.; CUNHA, T. J. F. Critérios Metodológicos E Zoneamento De Áreas Potenciais Para Construção De Barragens Subterrâneas Em Comunidades Difusas Do Semiárido Alagoano. 2022b. **Embrapa Solos**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/367476447_Criterios_Metodologicos_e_Zonamento_de_AreasPotenciais_para_Construcao_de_Barragens_Subterraneas_em_Comunidades_Difusas_do_Semiarido_Alagoano>. Acesso em: 04 out. 2024.